

Tata cara desain hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL



© BSN 2004

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Simbol	3
5 Ketentuan	3
6 Persyaratan	6
7 Cara perencanaan teknik	6
Bibliografi.....	8
Lampiran A Gambar	9
Lampiran B Bagan alir	13
Lampiran C Contoh perhitungan.....	14
Lampiran D Contoh Gambar.....	16

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) Tata cara perencanaan teknik hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL ini dirumuskan oleh Panitia Teknik 21S Konstruksi dan Bangunan Sipil.

Penyusunan SNI ini dimaksudkan agar para perencana dapat merencanakan bentuk dan dimensi hidraulik tubuh bendung tetap dan kelengkapannya dengan lebih mudah.

SNI ini telah dibahas pada pertemuan pra konsesus dan konsensus bersama pihak terkait yang terdiri dari instansi teknis termasuk dari perguruan tinggi negeri dan swasta pada tanggal 18-19 Oktober 2001 di Bandung. Peserta pertemuan telah memberikan masukan penyempurnaan isi, susunan dan penggunaan bahasa Indonesia baku.

Penyusunan tata cara ini merujuk kepada tata cara perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai, SNI 03-1724-1989 dan tata cara perencanaan umum bendung SNI 03-2401-1991. Disamping itu bahan untuk penyusunan tata cara ini diperoleh dari hasil penelitian percobaan pengaliran di laboratorium hidraulika DPMA (sekarang Puslitbang Sumber Daya Air).



Pendahuluan

Bangunan tubuh bendung dengan kelengkapannya sebagai bagian dari suatu jenis bangunan air dibangun untuk tujuan tertentu dan harus berfungsi sesuai dengan tujuan pembangunannya. Salah satu kelengkapan bendung yaitu bangunan peredam energi yang tipenya beragam dan diantaranya tipe MDL.

Peredam energi tipe MDL telah banyak diaplikasikan pada bendung tetap terutama sejak tahun 1970-an. Pemanfaatan tipe ini terutama untuk menggantikan bendung tipe *drop weir* yang banyak mengalami kerusakan dan kegagalan. Peredam energi tipe MDL secara hidraulik lebih baik dibanding tipe *drop weir* karena dapat menjauhkan lokasi penggerusan setempat dari koperan. Selain itu tubuh bendung dengan peredam energi tipe MDL dapat pula menghindarkan benturan batu langsung pada permukaan tubuh bendung dan peredam energinya.

Petunjuk untuk mendesain tipe ini belum disiapkan dalam bentuk panduan sehingga menimbulkan kesukaran dalam mendesainnya. Untuk memudahkan perencana mendesain tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL maka diperlukan suatu Standar Nasional Indonesia (SNI) tata cara desain hidraulik tubuh bendung. Sehubungan dengan itu maka dirumuskanlah SNI tata cara desain hidraulik ini.





Tata cara desain hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini digunakan untuk menentukan bentuk dan dimensi hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL dan kelengkapannya yang merupakan bagian dari bangunan air.

1.2 Tipe ini digunakan terutama di sungai dengan angkutan sedimen batu gelundung dan dapat pula digunakan di sungai atau saluran tanpa muatan sedimen batu gelundung;

2 Acuan normatif

- SNI 03-1724-1989, *Tata cara perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai.*
- SNI 03-2401-1991, *Tata cara perencanaan umum bendung.*

3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi berikut berlaku untuk pemakaian tata cara ini :

3.1

desain hidraulik

kegiatan menentukan tata letak, tipe/bentuk dan dimensi hidraulik bangunan air, kelengkapan dan peralatannya, dituangkan kedalam gambar teknik, dilengkapi dengan nota penjelasan desain

3.2

bangunan air

prasarana fisik yang diperlukan dalam pengelolaan sumber daya air

3.3

tubuh bendung

merupakan bagian dari bangunan air, suatu struktur tembok penahan air dan tanah yang dibangun melintang terhadap alur sungai atau saluran air yang di atas mercunya dapat dilimpahi aliran air dengan kemungkinan fungsi untuk meninggikan muka air di udik tubuh bendung dengan tinggi pembendungan tertentu diukur dari elevasi dasar sungai di hilir; menahan atau mengurangi laju muatan sedimen yang bergerak dari udik; mempertahankan dan atau meninggikan dasar sungai, mengendalikan kemiringan dasar sungai di udik tubuh bendung

3.4

mercu tubuh bendung

bagian atas tubuh bendung dengan bentuk bulat dan ukuran tertentu

3.5**peredam energi bendung**

adalah bagian tubuh bendung di sebelah hilir yang berfungsi untuk meredam energi air akibat pembendungan agar aliran air di hilirnya tidak menimbulkan penggerusan setempat yang membahayakan dengan memperhitungkan juga kemungkinan bahaya degradasi dasar sungai

3.6**peredam energi bendung tipe MDL**

istilah dari modifikasi peredam energi berlantai lengkung (*upturned bucket*) yang kriteria desain hidrauliknya diperoleh dari hasil penelitian percobaan pengaliran di laboratorium hidrolika DPMA (sekarang Pusat Litbang SDA)

3.7**tembok pangkal bendung**

tembok tegak yang dibangun di kanan kiri tubuh bendung dengan tinggi tertentu berfungsi sebagai pembatas dan pengarah aliran sungai dari udik tidak keluar dari pelimpah bendung dan dapat difungsikan sebagai pangkal jembatan

3.8**pelimpah bendung**

ruang aliran yang dibatasi oleh mercu bendung dan tembok pangkal bendung

3.9**tembok sayap udik**

tembok miring atau tegak sebagai konstruksi penerus ke udik dari tembok pangkal bendung dengan fungsi pengarah aliran sungai dan perkuatan tebing sungai dari longsoran tanah

3.10**tembok sayap hilir**

tembok miring atau tegak sebagai konstruksi penerus ke hilir dari tembok pangkal bendung dengan fungsi pengarah aliran sungai dan perkuatan tebing sungai dari bahaya penggerusan setempat dan longsoran tebing

3.11**tembok pengarah arus**

tembok sayap udik atau penerus dari tembok sayap udik bila diperlukan sebagai corong untuk mengarahkan pipa arus sungai dari udik masuk ke bentang pelimpah bendung secara frontal merata

3.12**ambang hilir**

ambang atau tembok melintang di antara tembok sayap hilir yang dipasang di ujung hilir lantai peredam energi, berfungsi sebagai penunjang peredaman energi, meratakan aliran dan untuk memperoleh pusaran balik bawah dasar pencegah penggerusan setempat

3.13**rip rap**

struktur tumpukan bongkah batu alam atau buatan yang dipasang di hilir ambang melintang peredam energi dan dikaki tembok sayap hilir, dengan tebal lapisan dan lebar tertentu, berfungsi sebagai lapisan perisai dasar sungai terhadap bahaya penggerusan

3.14**lapisan tahan aus**

lapisan yang mempunyai ketahanan terhadap abrasi, benturan batu dan atau benda padat lainnya berfungsi sebagai pelindung struktur dari bahaya tersebut di atas

3.15**dimensi hidraulik**

dimensi geometri vertikal, horizontal, tata letak dan alinyemen yang terkena aliran permukaan dan pipa arus aliran

3.16**penggerusan setempat**

penggerusan pada dasar dan atau tebing sungai yang terjadi setempat di sekitar struktur akibat peningkatan energi dan turbulensi aliran karena gangguan struktur atau gangguan alami

3.17**degradasi dasar sungai**

penurunan dasar sungai di suatu ruas akibat tergerusnya dasar sungai karena suplai angkutan sedimen yang datang dari udik jauh lebih kecil dari pada angkutan sedimen yang hanyut ke hilir dan daya seret aliran melampaui daya tahan dasar sungai terhadap penggerusan

3.18**agradasi dasarsungai**

penaikan dasar sungai di suatu ruas akibat pasokan sedimen yang datang dari udik lebih besar dari sedimen yang hanyut ke hilir dan daya seret aliran di ruas tersebut lebih kecil dari daya tahan dasar sungai

4 Simbol

– elevasi mercu bendung	= M
– jari-jari mercu bendung	= r
– kedalaman peredam energi MDL	= D_s
– jari-jari cekungan peredam energi	= R
– tinggi ambang hilir peredam energi	= a
– lebar ambang hilir peredam energi	= b
– diameter riprap	= D_r
– berat riprap	= G_r
– panjang tembok pangkal bendung	= L_{pj}
– kemiringan bidang udik tembok sayap udik	= u
– panjang tembok sayap udik	= L_{su}
– panjang tembok pengarah arus udik	= L_{pa}
– panjang tembok sayap hilir	= L_{si}
– kemiringan bidang hilir tembok sayap hilir	= i
– tinggi jagaan	= F_b

5 Ketentuan

5.1 Bendung harus dilengkapi dengan kelengkapannya dan harus berfungsi sesuai dengan tujuan pembangunannya;

5.2 Tubuh bendung dan kelengkapannya harus diperhitungkan aman terhadap:

- bahaya pelimpahan banjir sesuai dengan debit banjir desain yang ditentukan;
- bahaya penggerusan setempat dengan harus memperhitungkan kemungkinan terjadinya degradasi dasar sungai di hilir bendung;
- bahaya aliran di bawah dan di samping bangunan;
- bahaya hidraulik perubahan perilaku sungai;
- bahaya geoteknik dan bahaya ketidak stabilan bangunan.
- bahaya kavitas

5.3 Tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL dapat digunakan pada jenis bangunan air seperti bangunan utama, bendung, pelimpah samping, pelimpah waduk, pelimpah kantong lahar, bangunan terjun dan jembatan tenggelam.

5.4 Peredam energi tipe MDL yang membentuk pusaran aliran balik atas dan bawah dapat berubah sifat menjadi pelontar aliran bila terjadi degradasi dasar sungai yang melampaui batas perhitungan.

6 Persyaratan

6.1 Untuk menggunakan tata cara ini perlu ditentukan terlebih dahulu nilai parameter:

- tipe mercu bendung harus bentuk bulat dengan satu atau dua jari-jari;
- permukaan tubuh bendung bagian hilir dibuat miring dengan perbandingan kemiringan 1 : 1 ;
- tubuh bendung dan peredam energi harus dilapisi dengan lapisan tahan aus;
- elevasi dasar sungai atau saluran di hilir tubuh bendung yang ditentukan, dengan memperhitungkan kemungkinan terjadinya degradasi dasar sungai;
- elevasi muka air hilir bendung yang dihitung, berdasarkan elevasi dasar sungai dengan kemungkinan perubahan geometri badan sungai.

6.2 Kriteria desain yang disyaratkan yaitu:

- tinggi air udik bendung dibatasi maksimum 4 meter;
- tinggi pembendungan (dihitung dari elevasi mercu bendung sampai dengan elevasi dasar sungai di hilir) maksimum 10 meter;
- jika tinggi air di atas mercu bendung lebih dari 4 meter dan tinggi pembendungan lebih dari 10 meter tata cara peredam energi tipe MDL ini masih dapat digunakan asalkan dimensinya perlu diuji dengan model test.

7 Cara perencanaan teknik

7.1 Data awal

Data awal yang harus ditentukan terlebih dahulu:

- debit desain banjir dengan kriteria memperhitungkan tingkat keamanan bangunan air terhadap bahaya banjir;
- debit desain penggerusan, dapat diambil sama dengan debit alur penuh;
- lengkung debit sungai di hilir rencana bendung berdasarkan data geometri - hidrometri - hidraulik morfologi sungai.

7.2 Grafik

Grafik-grafik yang dipakai dalam desain hidraulik bendung dengan kelengkapannya, meliputi:

- grafik pengaliran melalui mercu bendung dapat dilihat dalam grafik MDO-1 pada Lampiran A, Gambar A. 1;
- grafik untuk mengetahui bahaya kavitasi di hilir mercu bendung dapat dilihat dalam grafik MDO-1a pada Lampiran A, Gambar A.2;
- grafik untuk menentukan dimensi peredam energi tipe MDL dapat dilihat dalam grafik MDL-1 dan MDL- 2 pada Lampiran A, Gambar A.3 dan A.4.

7.3 Rumus

Rumus rumus yang digunakan dalam desain hidraulik ini meliputi:

1) debit desain per satuan lebar pelimpah :

• untuk bahaya banjir: $q_{df} = Q_{df}/B_p$ (01)

• untuk bahaya penggerusan $q_{dp} = Q_{dp}/B_p$ (02)

2) dimensi radius mercu bendung (r):

$$1,00 \text{ meter} \leq r \leq 3,00 \text{ meter} \dots\dots\dots (03)$$

3) tinggi dan elevasi muka air di udik bendung:

$$H_{udp} \text{ dan } El_{udp}$$

$$H_{udf} \text{ dan } El_{udf}$$

$$El_{udp} = M + H_{udp}, \text{ untuk penggerusan}$$

$$El_{udt} = M + H_{udf}, \text{ untuk banjir}$$

$$H_{udp} \text{ dan } H_{udf} \text{ dihitung dengan grafik MDO-1} \dots\dots\dots (04)$$

4) tinggi terjun bendung:

• pada Q_{df} adalah $Z_{df} = H_{udf} - H_{jdf}$ (05)

• pada Q_{dp} adalah $Z_{dp} = H_{udp} - H_{idp}$ (06)

H_{idp} dan H_{jdf} diperoleh dari grafik lengkung debit sungai.

5) parameter energi (E) untuk menentukan dimensi hidraulik peredam energi tipe

MDL dihitung dengan :

$$E_{dp} = q_{dp} / (g \times Z_{dp}^3)^{1/2} \dots\dots\dots (07)$$

6) kedalaman lantai peredam energi (D_s) dihitung dengan:

$$D_s = (D_2)(D_s/D_2) \dots\dots\dots (08)$$

D_s/D_2 dicari dengan grafik MDL - 1

7) jari-jari cekungan peredam energi (R) dihitung dengan:

$$R = (D_2)(R/D_2) \dots\dots\dots (09)$$

R/D_2 dicari dengan grafik MDL - 2

8) tinggi ambang hilir dari dasar cekungan ditentukan :

$$a = 0,2-0,3D_2 \dots\dots\dots (10)$$

9) lebar ambang hilir : b

$$1,00 \text{ m} < b < 2,00 \text{ m} \dots\dots\dots (11)$$

10) elevasi dekzerk tembok pangkal bendung ditentukan:

$$El_{dzu} = M + H_{udf} + F_b ;$$

untuk tembok pangkal udik (12)

$$El_{dzi} = M + H_{idf} + F_b ;$$

untuk tembok pangkal hilir (13)

11) ujung tembok pangkal bendung tegak (L_{pj}) ditempatkan di ujung hilir ambang hilir peredam energi:

$$L_{pi} = L_b \dots\dots\dots (14)$$

12) panjang tembok sayap hilir (L_{si}) dihitung dari ujung hilir lantai peredam energi diambil:

$$L_{pi} < L_{si} < 1,50 L_{pi} \dots\dots\dots (15)$$

13) panjang tembok pangkal bendung di bagian udik, (L_{pu}) bagian yang tegak dihitung dari sumbu mercu bendung

$$0,50 L_{pi} < L_{pu} < 1,00 L_{pi} \dots\dots\dots (16)$$

14) panjang tembok sayap udik (L_{su}) diambil:
 $0,50 L_{pi} < L_{su} < 1,50 L_{pi}$ (17)

15) panjang tembok pengarah arus (L_{pa}) diambil:
 $L_{pa} = \text{minimum } 2 \times L_{pu}$; dan disesuaikan dengan lebar
 palung sungai(18)

Keterangan:

- B_p = lebar pelimpah ,meter
 q_{df} = Q_{df}/B_p ($m^3/s/m'$)
 q_{dp} = Q_{dp}/B_p ($m^3/s/m'$)
 r = radius mercu bendung diambil 1,00 meter sampai dengan 3,00 meter
 H_{udf} = elevasi muka air di udik bendung di atas mercu pada debit desain banjir, meter
 H_{udp} = elevasi muka air di udik bendung di atas mercu pada debit desain penggerusan, meter
 D_2 = tinggi muka air sungai di hilir dasar sungai terdegradasi, meter
 H_{idp} = elevasi muka air di hilir bendung pada debit desain penggerusan, meter
 Z_{df} = perbedaan tinggi muka air udik dan hilir pada debit desain banjir, meter
 Z_{dp} = perbedaan tinggi muka air udik dan hilir pada debit desain penggerusan, meter
 D_{2u} = elevasi dekzerk tembok pangkal bendung bagian udik, meter
 D_{2d} = elevasi dekzerk tembok pangkal bendung bagian hilir, meter
 F_b = tinggi jagaan diambil antara 1,00 meter s.d 1,50 meter
 E = parameter tidak berdimensi:
 L_b = jarak datar antara sumbu mercu bendung sampai potongan bidang miring dengan lantai dasar bendung, meter
 L_{pi} = panjang tembok pangkal bendung dari sumbu mercu bendung ke hilir, meter
 L_{Si} = panjang tembok sayap hilir dari ujung hilir lantai peredam energi ke hilir, meter
 L_{pu} = panjang tembok pangkal udik bendung dari sumbu mercu bendung ke udik, meter
 L_{su} = panjang tembok sayap udik, meter
 L_{pa} = panjang tembok pengarah arus di udik tembok sayap udik, meter
 g = percepatan/gravitasi

7.4 Perhitungan hidraulik

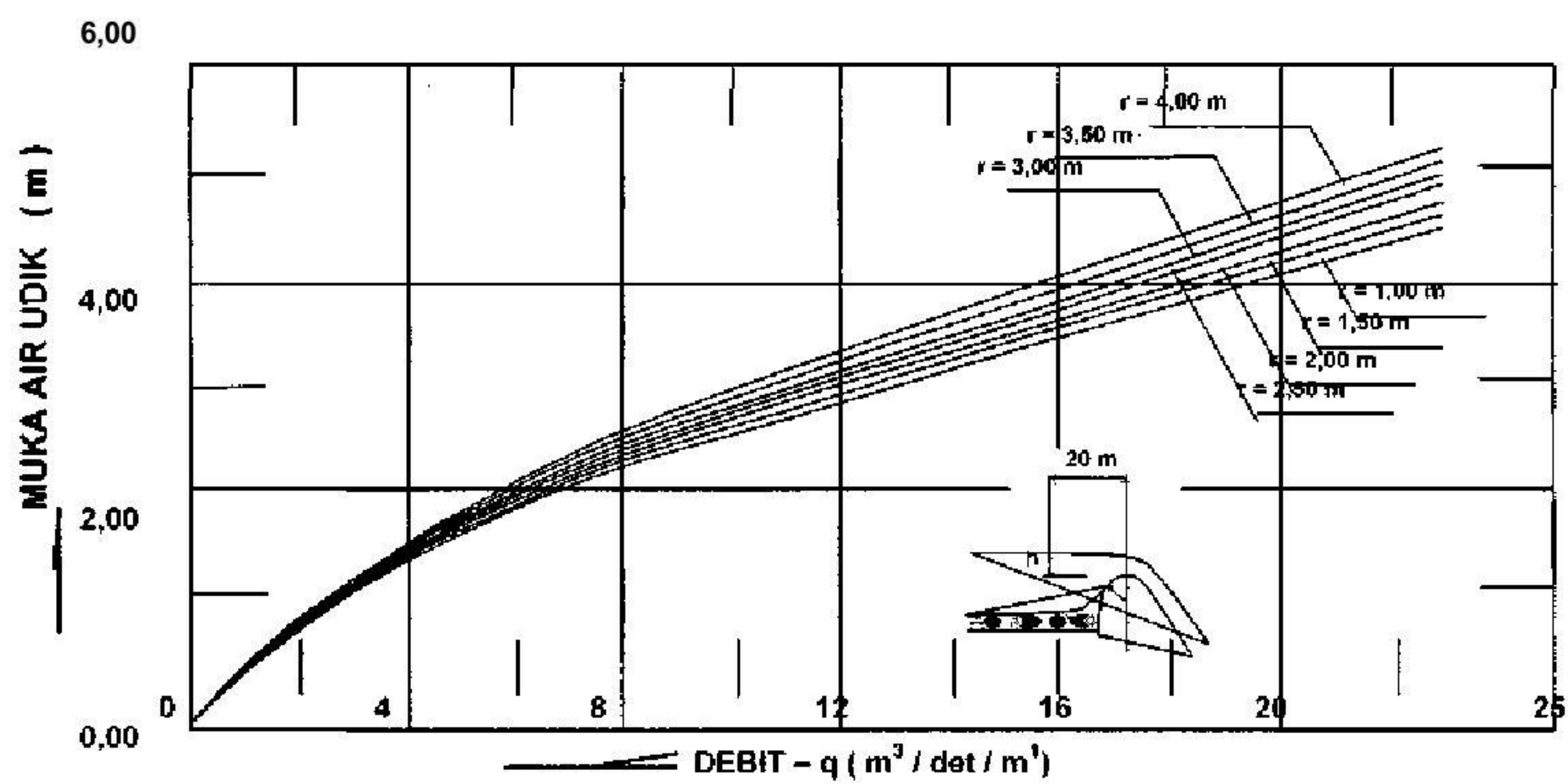
Lakukan perhitungan dan penentuan dimensi hidraulik tubuh bendung dan peredam energinya dengan langkah seperti berikut:

- hitung debit desain untuk bahaya banjir dan untuk bahaya penggerusan;
- hitung lebar pelimpah bendung efektif;
- hitung debit desain persatuan lebar pelimpah;
- tentukan nilai jari-jari mercu bendung , r ;
- untuk nilai jari-jari mercu bendung tersebut periksa kavitas di bidang hilir tubuh bendung dengan bantuan grafik MDO 1a, jika tekanan berada di daerah positif pemilihan jari-jari mercu bendung diijinkan;
- jika tekanan berada di daerah negatif, tentukan nilai jari-jari mercu bendung yang lebih besar dan ulangi pemeriksaan kavitas sehingga tekanan berada di daerah positif;
- hitung elevasi muka air udik bendung dengan bantuan grafik MDO-1;
- hitung tinggi terjun bendung, Z ;
- hitung parameter tidak berdimensi, E ;
- hitung kedalaman lantai peredam energi, D_s ;
- hitung nilai jari-jari cekungan , R ;
- tetapkan tinggi ambang hilir dan lebarnya, a dan b ;
- tentukan tata letak, elevasi puncak, panjang, kemiringan dan kedalaman tembok pangkal bendung;

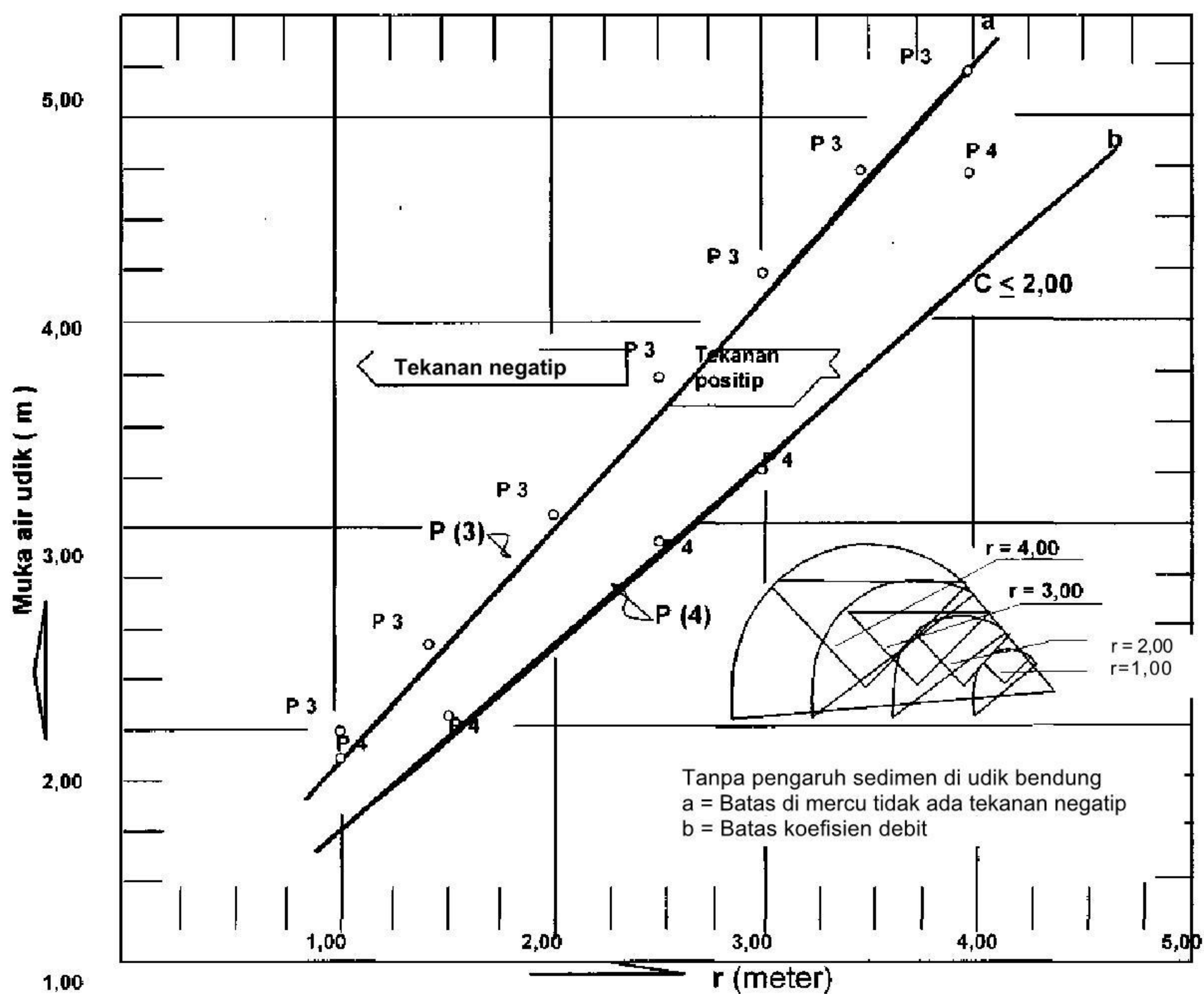
- n) tentukan tata letak, elevasi puncak, panjang, kemiringan dan kedalaman tembok sayap hilir;
- o) tentukan tata letak, elevasi puncak, panjang, kemiringan dan kedalaman tembok sayap udik;
- p) tentukan tata letak, elevasi puncak, panjang, kemiringan dan kedalaman tembok pengarah arus;
- q) lengkapi kaki-kaki tembok sayap hilir dan di hilir ambang hilir peredam energi dengan rip rap.



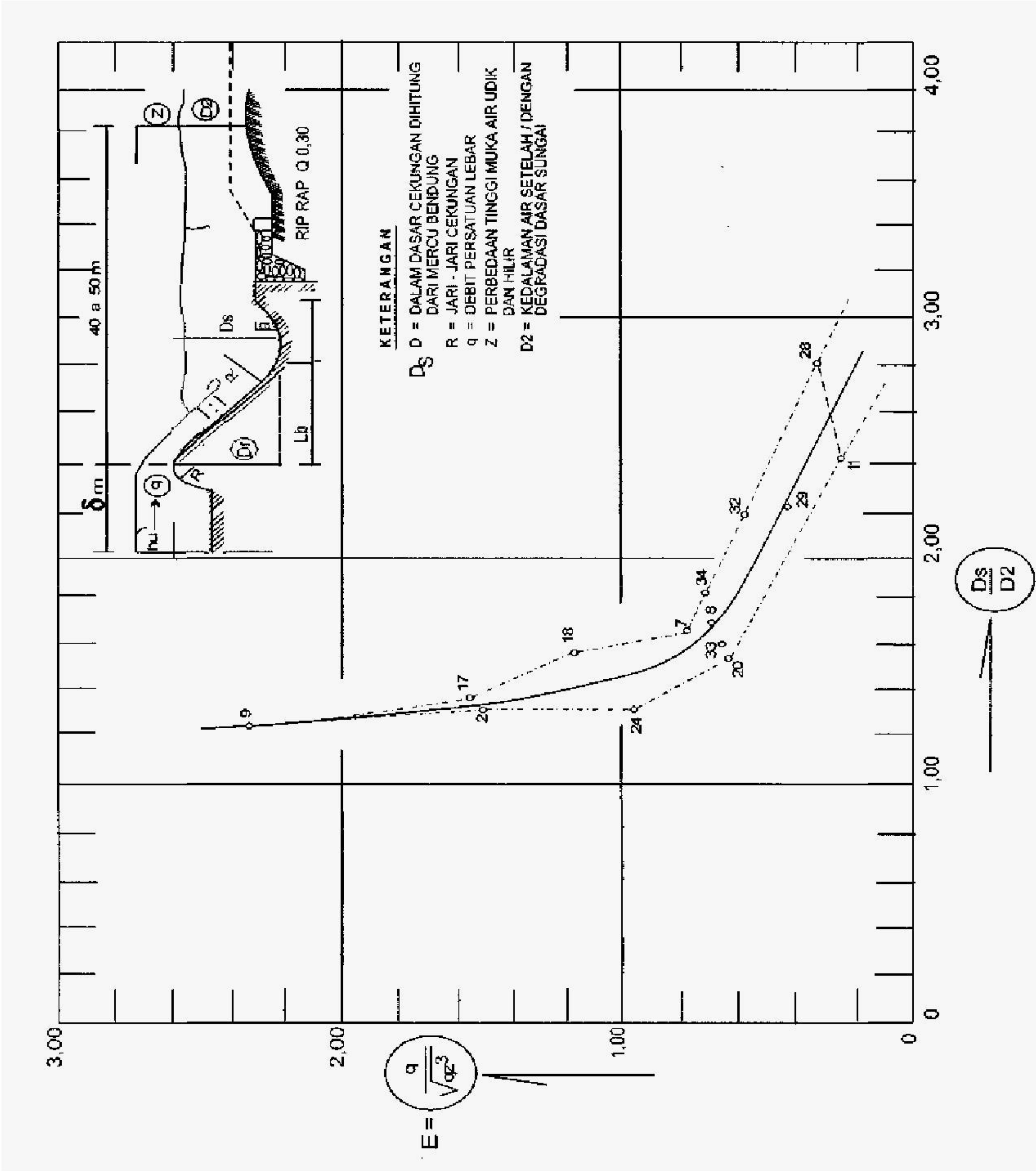
Lampiran A
Gambar



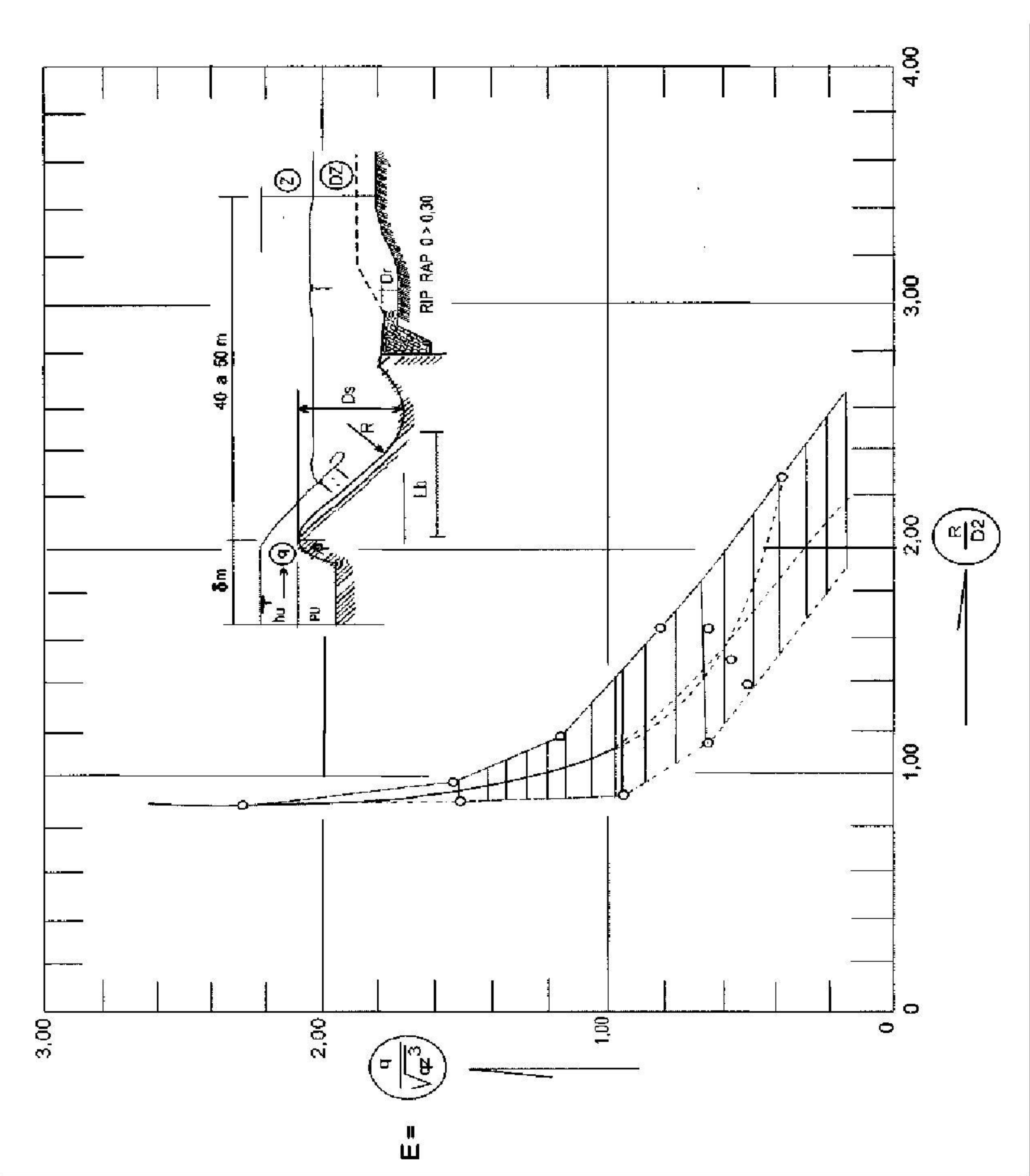
Gambar A.1 Grafik MDO - 1 Pengaliran melalui mercu bendung



Gambar A.2 Grafik MDO - 1a Penentuan bahaya kavitasi di hilir mercu bendung



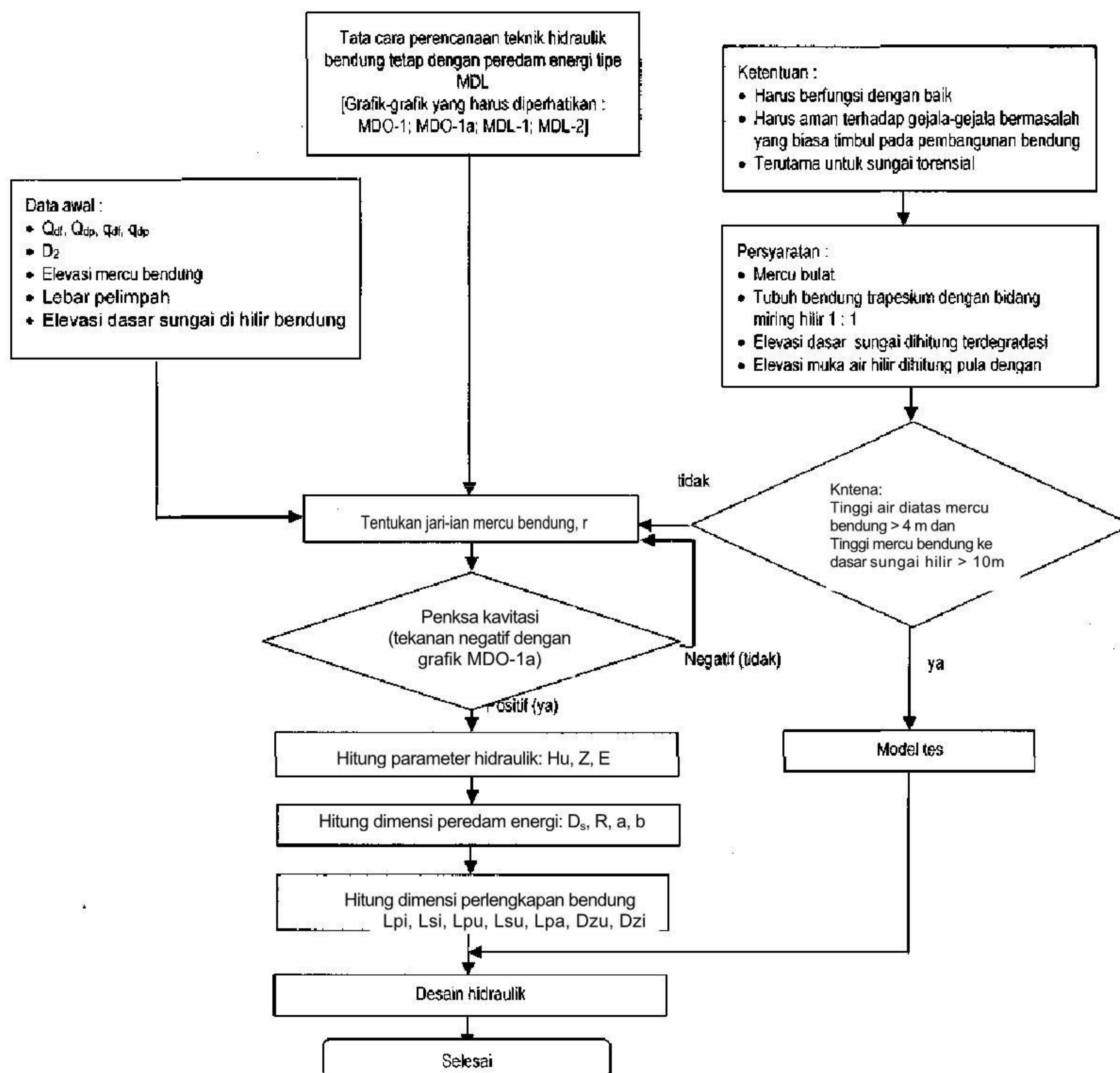
Gambar A.3 Grafik MDL-1 Penentuan kedalaman cekungan



Gambar A.4 Grafik MDL- 2 Penentuan dimensi jari-jari cekungan

Lampiran B

Bagan alir



Gambar B.1 Bagan alir desain hidraulik tubuh bendung tetap dengan peredam energi tipe MDL

Lampiran C

Contoh perhitungan

1 Data dan informasi yang diberikan (sebagai ketentuan):

- Gambar situasi dan potongan melintang geometri badan sungai
- Lokasi dan alinyemen tubuh bendung telah ditentukan
- Debit desain banjir; $Q_{df} = 1240 \text{ m}^3/\text{s}$
- Debit desain penggerusan / perubahan morfologi sungai; $Q_{dp} = 930 \text{ m}^3/\text{s}$
- Lebar bersih pelimpah = $B_p = 69 \text{ meter}$
- Elevasi mercu pelimpah tubuh bendung = $El + 30,50$
- Dasar sungai terdalam di hilir lokasi bendung = $El + 21,50$
- Dari perhitungan telah diperoleh ,lengkung debit sungai di hilir rencana bangunan dengan ketinggian muka air pada debit desain yaitu $+ 26,50$
- Degradasi dasar sungai diperhitungkan $2,00 \text{ meter}$

2 Perhitungan

- 1) $q_{df} = Q_{df} / B_p = 1240 / 69 = 17,97 \text{ (m}^3/\text{s/m')}$
- 2) $q_{dp} = Q_{dp} / B_p = 930 / 69 = 13,48 \text{ (m}^3/\text{s/m')}$
- 3) Radius mercu tubuh bendung diambil, $f = 3,00 \text{ m}$ dan dengan bantuan grafik MDO-1a diperiksa gejala kavitasi diizinkan.
- 4) Dari grafik MDO -1 dengan $q_{dp} = 13,48 \text{ (m}^3/\text{s/m')}$ diperoleh $H_{udp} = 3,5 \text{ m}$
maka $El + H_{udp} = El + (30,50 + H_{udp}) = El + (30,50 + 3,50) \text{ m} = El + 34,00$ dan dengan
 $q_{df} = 17,97 \text{ (m}^3/\text{s/m')}$ diperoleh $H_{udf} = 4,01 \text{ m}$, maka
 $El + H_{udf} = El + (30,50 + H_{udf}) = El + (30,50 + 4,01) = El + 34,51$
- 5) Perhitungan tinggi terjun pada debit $q_{dp} = 13,48 \text{ m}^3/\text{s/m'}$ dengan dasar sungai di hilir terdegradasi:
 $Z_{dp} = (El + H_{udp}) - (El + H_{idp}) = (+34,00) - (+26,25) = 7,75 \text{ meter}$
- 6) Perhitungan parameter tidak berdimensi dengan tinggi terjun yang telah diperoleh:
 $E_{dp} = q_{dp} / (g \times Z_{dp}^3)^{1/2}$
 $= 13,48 / (9,81 \times 7,75^3)^{1/2} = 0,20$
 $E_{dp} = 0,20$
- 7) Penentuan dimensi kedalaman lantai peredam energi, D_s dengan $E_{dp} = 0,2$ dan nilai D_s/D_2 dan dengan grafik MDL-1 = 2,8
 $D_s = (D_2)(D_s/D_2)$
 $D_2 = 4,75 \text{ m}$, maka diperoleh
 $D_s = 4,75 \times 2,8 = 13,30 \text{ meter}$
diambil kedalaman lantai $D_s = 13,00 \text{ meter}$ atau elevasi cekungan pada $+ 17,50$
- 8) Penentuan nilai jari-jari cekungan, R dengan $E_{dp} = 0,2$ dan nilai R/D_2 dan dengan grafik MDL -2 = 2,50
 $R = (D_2)(R/D_2)$, maka
 $R = 4,75 \times 2,50 \text{ m} = 11,87 \text{ m}$
diambil jari-jari cekungan ; $R = 12,00 \text{ m}$

9) Penentuan tinggi ambang hilir:

$$a = 0,2502 = 0,25 \times 4,75 = 1,18 \text{ m diambil}$$

$$a = 1,00 \text{ meter}$$

10) Penentuan lebar ambang hilir:

$$b = 2a = 2 \times 1,00 \text{ m} = 2,00 \text{ meter}$$

11) Penentuan panjang tembok pangkal bendung :

$$L_{pi} = L_b ; L_b = 13,00 \text{ meter } L_{pi} = 13,00 \text{ meter}$$

12) Penentuan elevasi Dekzerk

- di udik mercu:

$$El + H_{udf} = 34,00 \text{ dan dengan } F_b = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{maka } El + D_{zu} = El + (34,00 + 1,00) = El + 35,00 \text{ m}$$

- di hilir mercu:

$$El + H_{idf} = 26,25 \text{ dan dengan } F_b = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{maka } El + D_{zi} = El + (26,25 + 1,00) = El + 27,25 \text{ m}$$

13) Penentuan panjang tembok sayap hilir:

$$L_{Si} = L_{pi} = 13,00 \text{ meter}$$

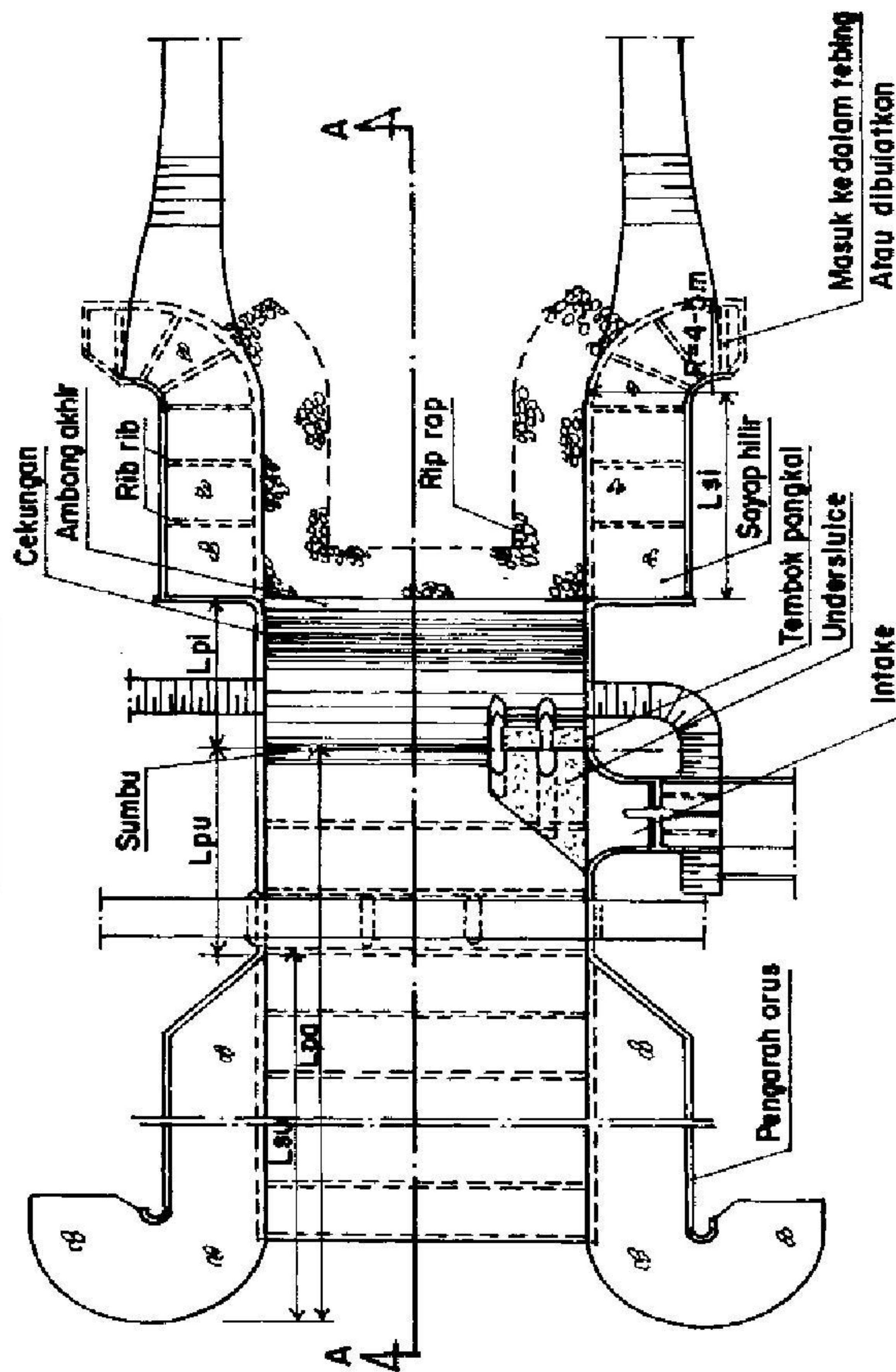
14) Penentuan panjang tembok pangkal udik:

$$L_{pu} = 0,50 L_{pi} = 6,50 \text{ meter}$$

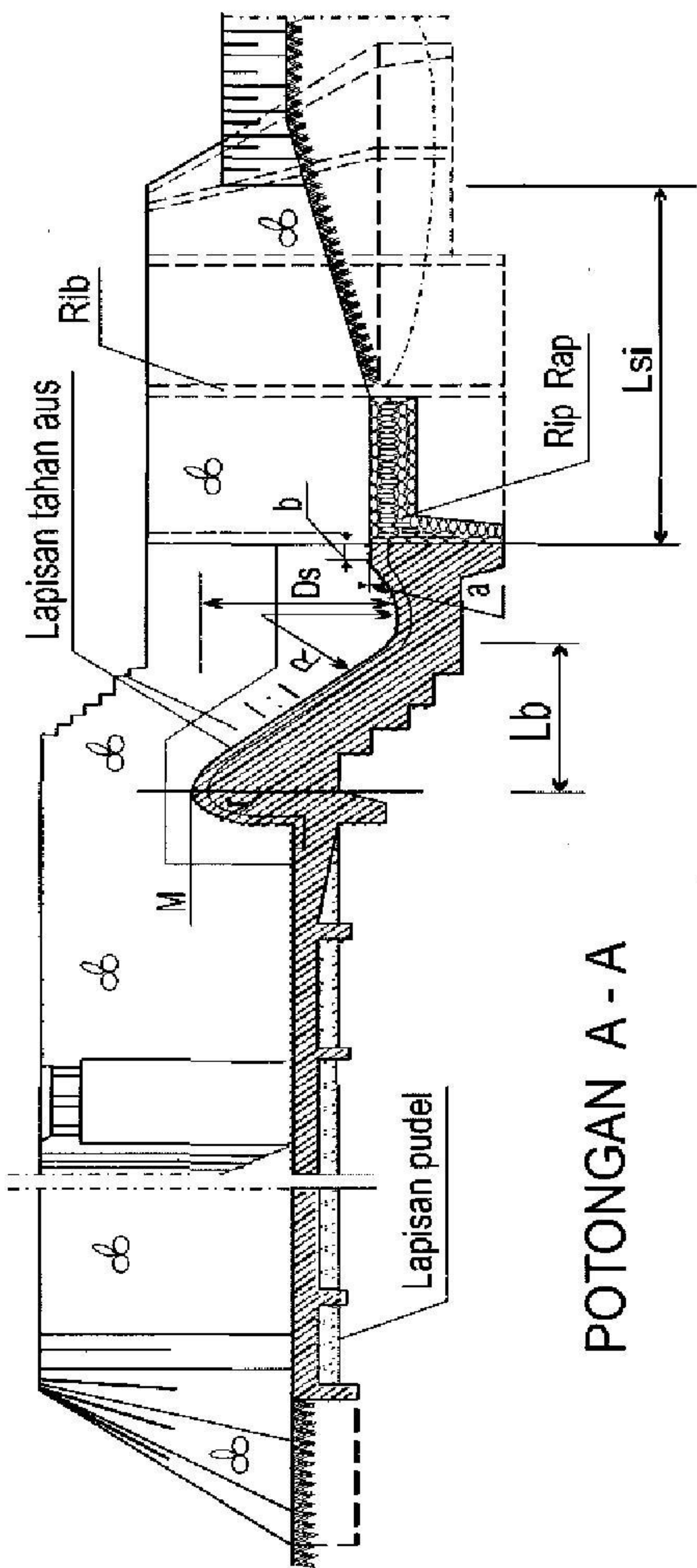
15) Penentuan panjang tembok sayap udik

$$L_{su} = L_{pi} = 13,00 \text{ meter}$$

Lampiran D
Contoh gambar



Gambar D.1 Contoh gambar denah bendung tetap dan perlengkapannya



Gambar D.2 Contoh gambar potongan memanjang tubuh bendung tetap

Bibliografi

- DPMA. 1972.No. P. 229. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Cipamingkis, Jabar
- DPMA. 1973. No. P .236. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Kali Wadas, Jateng.
- DPMA. 1975. No. P 324. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Singomerto, Jateng
- DPMA. 1976. No. P 390. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Namu Sira Sira, Sumut
- DPMA. 1977.NO. P.422. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Way Umpu, Lampung
- DPMA. 1977.No. P. 424. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Lamasi, Sulsel
- DPMA. 1977. No. P 422. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Way Umpu, Lampung
- DPMA. 1979. No. P. 575. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Kedung Dowo, Jateng
- DPMA. 1979. No. P. 499. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Makawa , Sulsel
- DPMA. 1979 .No. P. 504. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Karaloe, Sulsel
- DPMA. 1979.No. P.546. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Cimari, Jabar
- DPMA. 1979. No. P. 526. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Kiararambay, Jabar
- DPMA. 1979. No. P496. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Cikandang, Jabar
- DPMA. 1980.No. P 713. Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Kedung Asem, Jateng
- DPMA. 1980.No. P 525 Penyelidikan Hidrolis dengan Model Bendung Cigasong, Jabar











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id